

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

ROBERT FILIPE COSTA NUNES COD:201521670

POTENCIAL FISIOLÓGICO DE GENÓTIPOS DE SEMENTES DE *Vigna*
***unguiculata* SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO**

São Luís-MA

2020

ROBERT FILIPE COSTA NUNES COD: 201521670

**POTENCIAL FISIOLÓGICO DE GENÓTIPOS DE SEMENTES DE *Vigna*
unguiculata SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO**

Monografia apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alexandre Fernandes Rodrigues de Melo

São Luís-MA

2020

ROBERT FILIPE COSTA NUNES COD: 201521670

POTENCIAL FISIOLÓGICO DE GENÓTIPOS DE SEMENTES DE *Vigna unguiculata* SUBMETIDOS AO ESTRESSE SALINO

Monografia apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, submetida à aprovação da banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Aprovada em: 07 / 12 / 2020

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Paulo Alexandre Fernandes Rodrigues de Melo (Orientador)

Doutor em Agronomia (Produção Vegetal)

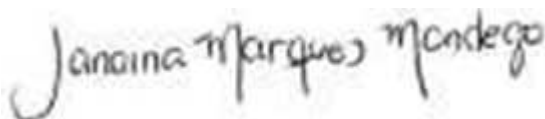
Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Dra. Maria Cristina Mendonça (Avaliadora 1)

Doutor em Agronomia (Agricultura tropical)

Universidade Estadual do Maranhão



Prof. Dra. Janaina Marques Mondego (Avaliadora 2)

Doutor em Agronomia (Agricultura Tropical)

Universidade Estadual do Maranhão

Nunes, Robert Filipe Costa.

Potencial fisiológico de genótipos de sementes de *Vigna unguiculata* submetidos ao estresse salino / Robert Filipe Costa Nunes. – São Luís, 2020.

28 f

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Estadual do Maranhão, 2020.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Alexandre Fernandes Rodrigues de Melo.

Elaborado por Giselle Frazão Tavares - CRB 13/665

Dedico aos meus pais, Domingas Costa e José Gonçalo Travassos Nunes, pelo amor, dedicação, ensinamentos, pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida e por me fazer acreditar que tudo é possível.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser meu refúgio e fortaleza, ter me dado saúde e força para superar as dificuldades;

Aos meus pais, Domingas Costa e José Gonçalo Travassos Nunes, pelo amor, incentivo e apoio incondicional. Que não pouparam esforços para que esse sonho fosse realizado. A minha luta, sempre foi a de vocês. A minha vitória, será eternamente nossa;

A todos meus familiares que sempre me incentivaram e apoiaram;

Ao meu orientador, Dr. Paulo Alexandre Fernandes Rodrigues de Melo, pelo suporte e incentivo. Por ter dedicado uma parte de seu tempo à orientação deste trabalho;

Aos meus companheiros de pesquisa, Jessica Bruna, Cinthia Verá, pelo apoio na realização do trabalho;

A todos que estiveram presentes em minha trajetória acadêmica, em especial a turma 2015.1, pelo companheirismo, por terem sido uma grande família durante todo esse tempo;

A esta universidade, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a realização desse sonho;

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

“Gosto daquilo que me desafia. O fácil nunca me interessou.

Já o obviamente impossível sempre me atraiu- e muito.”

Clarisse Lispector

RESUMO

O feijão caupi *V. unguiculata* é uma das espécies de leguminosas mais adaptáveis, versáteis e nutritivas. Sendo um alimento importante e componente essencial da produção em regiões de clima seco dos trópicos e em partes da Ásia, Estados Unidos da América, Oriente Médio e Américas Central e do Sul. Estima-se que no Estado do Maranhão a área cultivada é de cerca de 589,5 mil hectares. Apesar da relevância, estima-se que até 2050, 20% das áreas agricultáveis, devido a salinização dos solos e/ou das águas. Por isso, algumas cultivares do feijão caupi ainda exigem estudos científicos quanto a capacidade de germinação de sementes sob estresse. Assim, objetivou-se avaliar o potencial fisiológico de sementes de *V. unguiculata*, tolerantes à salinidade, selecionando os genótipos com maior resistência ao NaCl. Na avaliação foram utilizados três genótipos de sementes de feijão caupi: manteiguinha, roxo e macassar, submetidos aos seguintes níveis de potencial osmótico: 0, 200, 400, 600 e 800 mM de NaCl/L-1. As sementes foram avaliadas quanto ao teor de água, testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação. Os testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação são eficientes na avaliação do potencial fisiológico de lotes de sementes de feijão caupi, fornecendo informações suficientes para permitir que exista seleção de genótipos adaptados a superação de fatores restritivos, como a salinização, e facilitar aos produtores o acesso a sementes de qualidade, que possam aumentar a produtividade.

Palavras-chaves: Sementes crioulas, Germinação, Salinização, Vigor.

ABSTRACT

The cowpea *V. unguiculata* is one of the most adaptable, versatile and nutritious legume species. Being an important food and an essential component of production in dry climatic regions of the tropics and in parts of Asia, United States of America, Middle East and Central and South America. It is estimated that in the State of Maranhão the cultivated area is about 589.5 thousand hectares. Despite the relevance, it is estimated that by 2050, 20% of agricultural areas, due to the salinization of the soil and / or water. For this reason, some cowpea cultivars still require scientific studies as to the germination capacity of seeds under stress. Thus, the objective was to evaluate the physiological potential of *V. unguiculata* seeds, tolerant to salinity, selecting the genotypes with greater resistance to NaCl. In the evaluation, three cowpea seed genotypes were used: butter, purple and macassar, submitted to the following levels of osmotic potential: 0, 200, 400, 600 and 800 mM NaCl / L⁻¹. The seeds were evaluated for water content, germination tests, first germination count, germination speed index. The germination tests, first germination count, germination speed index are efficient in assessing the physiological potential of cowpea seed lots, providing sufficient information to allow selection of genotypes adapted to overcome restrictive factors, such as salinization , and to facilitate producers access to quality seeds that can increase productivity. Keywords: Creole seeds, Germination, Salinization, Vigor.

LISTA DE TABELA

TABELA 1. Primeira contagem de germinação (%) de sementes de *Vigna unguiculata*, submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de NaCl. São Luís - MA, 2020.

TABELA 2. Germinação (G%) de sementes de *Vigna unguiculata*, submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de NaCl. São Luís - MA, 2020.

TABELA 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *Vigna unguiculata*, submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de NaCl. São Luís - MA, 2020.

SUMARÍO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. REVISÃO LITERARIA | 13 |
| 2.1 Aspectos gerais do feijão caupi (<i>Y, unguiculata</i>)..... | 13 |
| 2.2 Vigor das sementes | 14 |
| 2.3 Estresse salino..... | 16 |
| 3. MATERIAS E MÉTODOS | 18 |
| 3.1 Obtenção das sementes | 18 |
| 3.2 Teor de água..... | 18 |
| 3.3 Obtenção dos potenciais osmóticos..... | 19 |
| 3.4 Teste de Germinação..... | 19 |
| 3.5 Primeira contagem de germinação | 19 |
| 3.6 Índice de velocidade de germinação (IVG) | 19 |
| 3.7 Análise estatística | 20 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 20 |
| 5. CONCLUSÃO | 24 |
| 6. REFERÊNCIAS | 25 |

1. INTRODUÇÃO

O feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) É uma das espécies de leguminosas mais adaptáveis, versáteis e nutritivas. Esta espécie é um alimento importante e um componente essencial da produção em regiões de clima seco dos trópicos e em partes da Ásia, Estados Unidos da América, Oriente Médio e Américas Central e do Sul (BEZERRA et al., 2014). No Brasil, o feijão caupi é cultivado principalmente na região semiárida (Nordeste), uma vez que é adaptado às condições de solo e clima dessa região (DAMASCENO-SILVA, 2009). Essa leguminosa é uma importante fonte de proteína, energia, fibras e minerais para a nutrição humana e animal e além de ser responsável pela geração de emprego e renda para as regiões produtoras. Sendo dessa forma considerado uma das principais culturas de subsistência do semiárido brasileiro do Sertão (EMBRAPA, 2010).

Apesar da sua importância socioeconômica na Região Nordeste, é uma cultura empregada em grande parte por pequenos produtores rurais, que geralmente utilizam mão-de-obra familiar, contribuindo para a permanência do homem na área rural. Por ser uma cultura rústica e muitas vezes de subsistência apresenta alguns entraves em seu cultivo, devido à falta de adoção de tecnologias (SANTOS, 2018). O aprimoramento de técnicas e métodos de produção com a finalidade de aumentar a produtividade e a qualidade tem sido preocupação constante de todos os segmentos que compõem as cadeias produtivas da agricultura. O nível de impacto sobre a produtividade agrícola e o lucro obtido pelo uso de novas cultivares, está estreitamente relacionada com a qualidade da semente colocada à disposição do agricultor (VIEIRA e RAVA, 2000).

A habilidade de uma semente germinar sob amplo limite de condições é definida como a manifestação do potencial fisiológico, dependendo, dentre outros fatores, das condições ambientais encontradas no local quando semeada (SIMONI et al., 2011). A influência do potencial fisiológico da semente é marcante sobre todos os aspectos germinativos, desde a própria possibilidade de ocorrência da germinação até outras características, como a velocidade, a uniformidade e o total da germinação e o comprimento e massa seca de plântulas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

Situações de estresse hídrico podem comprometer a germinação das sementes de espécies agricultáveis e/ou estabelecimento de mudas e sua sobrevivência (MARTINS et al.,

2010). A salinidade é um ponto a ser estudado e seus efeitos estão diretamente relacionados ao crescimento e rendimento das plantas.

Uma das técnicas utilizadas em laboratório para simular condições de estresse hídrico tem sido o uso de soluções aquosas com diferentes potenciais osmóticos (HARDEGREE e EMMERICH, 1990), podendo provocar atraso na germinação e/ou no crescimento de plântulas. Diversos compostos químicos têm sido utilizados na simulação de estresse abióticos como PEG, NaCl e CaCl₂. Dentre eles o NaCl, agente osmótico, que tem proporcionado restrição hídrica às sementes, dependendo da concentração (VILLELA; DONI FILHO e SEQUEIRA, 1991; MORAES e MENEZES, 2003).

Diante do exposto, verifica-se que o emprego de tecnologia de sementes pode permitir que à seleção de genótipos adaptados a superação de fatores restritivos, como a salinização, possibilitando aos produtores o acesso a sementes de qualidade, e com boa produtividade. Visto que o estresse salino inibe o crescimento das plantas, por aumentar o potencial osmótico da solução do solo, restringindo a disponibilidade da água e/ou pela acumulação excessiva de íons nos tecidos vegetais, podendo ocasionar toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional ou ambos (JHA et al., 2010). Neste sentido o presente pesquisa objetiva.

2. REVISÃO LITERARIA

2.1 Aspectos gerais do feijão caupi (*V. unguiculata*)

O feijão caupi tem vários nomes populares, entre estes feijões macassar e feijão-de-corda, na região Nordeste; feijão-de-praia, feijão-da-colônia e feijão deestrada, na região Norte; feijão miúdo, na região Sul, feijão fradinho nos estados de Sergipe, Bahia e Rio de Janeiro (FREIRE FILHO et al., 2011). O feijão caupi é uma planta dicotiledônea, que pertence à ordem Fabales, família Fabacea, subfamília Faboideae, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolinae, gênero *Vigna*, espécie *V. unguiculata* (PADULOSI; NG, 1997). Todos os feijões pertencentes à espécie *V. unguiculata*, subespécie unguiculata são subdivididos em quatro grupos, nomeados como Unguiculata, Biflora, Sesquipedalis e Textilis (SINGH et al., 1997).

A produção de feijão caupi concentra-se nas Regiões Nordeste e Norte, regiões estas de áreas semiáridas em razão das irregularidades de chuvas e altas temperaturas. Estas características fazem com que outras culturas de leguminosas não se desenvolvam satisfatoriamente (RODRIGUES et al., 2015). A produção dessa variedade nas regiões Nordeste e Norte é feita por empresários e agricultores familiares que ainda utilizam práticas tradicionais (BEZERRA et al., 2014).

No Brasil, dependendo da região, pode ser conhecido como feijão-de-corda, feijão-fradinho, feijão de praia, feijão miúdo e feijão macaçar. O feijão-caupi é o segundo feijão mais cultivado no país. Para a safra 2019/2020, a Conab estima uma produção superior a 722 mil toneladas. Apesar de a produção ser expressiva em 17 Unidades da Federação, as regiões Norte e Nordeste são responsáveis por mais de 75% da produção nacional. A produção está muito alinhada ao hábito de consumo da população destas regiões. (SENAR, 2020)

A produção no Maranhão de feijão primeira safra ficará em 1,08 milhão de t, 8,9% superior ao volume produzido no período anterior. O feijão segunda safra deve alcançar uma produção de 1,24 milhão de t. A colheita já está iniciada. Estima-se uma redução de 0,8% na área cultivada. O feijão terceira safra está em fase de plantio. A área está estimada em 589,5 mil hectares, com um crescimento de 1,5% sobre a área da safra anterior. O feijão total apresenta uma produção de 3 milhões de toneladas e uma área de 2,9 milhões de ha. Desse total de produção, 1,9 mil t são de feijão-comum cores, 687,4 mil t de feijão caupi e 509,5 mil t de feijão comum preto (EMIR, 2020)

O feijão caupi, pela plasticidade, adaptação a uma ampla faixa de ambientes nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, alto valor nutritivo, por ser um alimento básico em vários países e ainda diante das perspectivas de mudanças climáticas e da necessidade de alimento em todo o mundo, é uma cultura de grande potencial atual e estratégico (XIONG et al., 2016).

O uso de sementes vigorosas é importante para o estabelecimento adequado da cultura em campo com alto desempenho agrônômico, viabilidade, vigor, maior uniformidade do stand, uniforme, refletindo diretamente na obtenção de máxima produtividade e maior retorno econômico aos produtores (RODRIGUES et al., 2020).

2.2 Vigor das sementes

O uso de métodos eficientes para análise de sementes é primordial para os programas de controle de qualidade, devido facilitar a escolha das matérias de maior potencial para produção de mudas, bem como para avaliar a viabilidade das sementes durante o armazenamento. Assim, o vigor de sementes reflete um conjunto de características que são responsáveis pelo desempenho das sementes em condições de campo após sua semeadura, porém o vigor não representa uma única característica e sim várias, o que dificulta a sua avaliação e o uso de um único teste capaz de estimar o potencial de um lote de sementes, sendo necessário desenvolver e adaptar os diferentes testes, buscando padronizar a metodologia durante a condução do mesmo (MARCOS FILHO, 2015).

Os conceitos iniciais de vigor focavam as vantagens sobre os testes de germinação no que diz respeito à identificação de lotes de sementes capazes de atingir uma velocidade e uniformidade germinativa e estabelecimento de plântulas em condições ambientais desfavoráveis (SHARF, 1953). Esta foi a abordagem predominante nos primeiros conceitos propostos por diferentes membros da associação de análises de sementes na Europa (MARCOS FILHO, 2015b). Com a evolução do conhecimento, havia outras conotações como as de Woodstock (1965), enfatizando que o vigor das sementes seria uma condição de boa saúde e robustez natural associada com a germinação rápida e completa em uma ampla faixa de condições ambientais. Esta foi a primeira vez que a expressão "ampla faixa" foi utilizada em vez de condições ambientais desfavoráveis ou favoráveis (MARCOS FILHO, 2015a).

Por outro lado, a Associação Internacional de Testes de Sementes - ISTA conceituou o vigor das sementes como a soma daquelas propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação da plântula numa ampla faixa de condições ambientais e, ainda um lote de sementes vigorosas é aquele que é potencialmente capaz de se desenvolver bem em condições ambientais que não são ideais para a espécie (ISTA, 2014).

Os testes de vigor devem detectar diferenças no potencial fisiológico de lotes de sementes com poder germinativo semelhante e compatível com as exigências mínimas para a comercialização (MARCOS FILHO, 2015). O vigor de sementes está alicerçado no desempenho da semente ou da plântula em condições de estresse, estabelecendo uma relação entre qualidade fisiológica e deterioração. Em geral, os fatores que regem o vigor de sementes são inversamente proporcionais aos que regem a deterioração. A deterioração é determinada por uma série de alterações bioquímicas, citológicas, fisiológicas e físicas iniciadas a partir da maturidade fisiológica (PAULA et al., 2020)

Alguns testes de vigor podem ser realizados conjuntamente com o de germinação, a exemplo da primeira contagem de plântulas realizada para facilitar a condução do teste de germinação, uma vez que na primeira contagem a velocidade da germinação é uma das características a serem afetadas no processo de deterioração das sementes (MARCOS FILHO, 2015b).

O teste de germinação consiste na determinação do potencial máximo de germinação, realizado em condições ótimas de laboratório (MARCOS FILHO; KIKUTI e LIMA, 2009). Em culturas agrícolas como o sorgo (*Sorghum bicolor*) e algodão (*Gossypium hirsutum* L), pode-se estimar o potencial fisiológico por meio de testes de estresses baseados na presença

de níveis salinos elevados no substrato germinativo em sementes, os quais aumentaram o número de plântulas anormais e retardou o período de germinação (SILVA; GRZYBOWSKI e PANOBIANCO, 2016).

Conduzido junto com o teste de germinação, o teste de primeira contagem de germinação se baseia no princípio de que as amostras com maiores porcentagens de plântulas normais na primeira contagem, estabelecidas pelas Regras para Análises de Sementes - RAS, para cada cultura serão as mais vigorosas. Este teste é interessante para avaliação do vigor de sementes, levando em consideração sua praticidade e tempo de execução. Quanto maior a velocidade de germinação mais vigorosa é a semente (BRASIL, 2009; SENA; ALVES e MEDEIROS, 2015).

As diferenças entre plântulas são, na maioria das vezes, bastante visíveis, todavia há necessidade de valores numéricos para separar aquelas mais vigorosas. Para isso, a determinação do comprimento médio das plântulas normais ou partes destas é realizada, tendo em vista que as amostras que apresentam os maiores valores médios são as mais vigorosas. Na determinação da massa seca, as amostras que apresentam maiores pesos médios de matéria seca de plântulas normais são consideradas mais vigorosas. As sementes vigorosas proporcionam maior transferência de massa seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, na fase de germinação, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria (NAKAGAWA, 1999).

No entanto, pesquisas têm demonstrado que a elevação da salinidade do solo decorrente da irrigação com água salina inibiu o desenvolvimento das plantas em consequência da redução na fotossíntese, transpiração e condutância estomática (Neves et al., 2009; Silva et al., 2011) afetando ainda os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes reduzindo, em consequência, o desenvolvimento e o rendimento da cultura a (Neves et al., 2009; Bezerra et al., 2010).

2.3 Estresse salino

Situações de salinidade, tanto do solo como da água, durante um determinado período do ano, pode comprometer a germinação das sementes de espécies vegetais, estabelecimento de mudas e sua sobrevivência. Por isso, provavelmente à falta de conhecimento técnico, na seleção de genótipos de sementes resistentes, as condições de estresse salino podem estar

contribuindo com o baixo rendimento produtivo de grãos maranhense (MARTINS; PEREIRA e LOPES, 2014; ZHANG et al., 2019).

A salinização ocorre com maior frequência em regiões tropicais de clima quente e seco, caracterizado por elevadas taxas de evapotranspiração (VALLADARES, 2009). Estudos indicam que as mudanças climáticas nos biomas tropicais intensificam o aumento das áreas salinizadas em cerca de 10% anuais. Estima-se que 20% do planeta e mais de 50% das terras aráveis serão salinizadas até 2050, incluindo planícies costeiras (SHRIVASTAVA e KUMAR, 2015; SANTOS et al., 2018). A irrigação e o extenso desmatamento da vegetação, que trazem as águas subterrâneas com sais solúveis para a superfície do solo, ou próximas dela, são as duas principais atividades humanas que aceleram a salinidade (PEDROTTI et al., 2015), além da aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas com alta concentração de sais (RIBEIRO, 2010; KANZARI, et al, 2012; PEDROTTI, 2015; SALVAT e FERRARA, 2015)

Biologicamente, o estresse é considerado em desvio significativo das condições ideais em que as plantas são cultivadas, impedindo-as de expressar plenamente o seu potencial genético de crescimento e desenvolvimento (REHMAN; HARIS e ASHRAF, 2005). O estresse salino inibe o crescimento das plantas, por aumentar o potencial osmótico da solução do solo, restringindo a disponibilidade da água e/ou pela acumulação excessiva de íons nos tecidos vegetais, podendo ocasionar toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional ou ambos (JHA et al., 2010).

A salinidade dos solos e da água de irrigação é considerada um dos principais fatores abióticos responsável pelo estresse nas plantas, causando danos no metabolismo vegetal, reduzindo a produtividade agrícola e provocando efeitos deletérios em muitos processos fisiológicos (MUNNS, 2002). O excesso de sais pode alterar tanto as funções fisiológicas quanto bioquímicas das plantas, causando estresse osmótico, o que resulta em distúrbios das relações hídricas e alterações na absorção (AMORIN et al., 2010).

Outro fator ambiental que interfere na germinação das sementes, principalmente se associado à salinidade, é a temperatura. A interação desses fatores afeta a velocidade e a germinação, pois influenciam na velocidade de absorção de água e nas reações bioquímicas (LIN et al., 2018). Menores taxas de germinação têm sido atribuídas ao aumento da evaporação da água em altas temperaturas, aumentando a concentração de sal pelo movimento capilar (ZHANG et al., 2010). Por isso, compreender a capacidade das sementes de algumas espécies em germinar sob condições de estresse hídrico confere vantagens na seleção de genótipos que são sensíveis à seca que é induzida pelo estresse salino (ZHANG et al., 2019).

Um dos principais determinantes do sucesso econômico das espécies agrícolas é a qualidade das sementes utilizadas. A germinação rápida e uniforme e o estabelecimento do estande constituído por plântulas vigorosas da variedade escolhida pelo produtor representam condições essenciais para assegurar o desempenho adequado das plantas no campo. Pois, pode afetar a uniformidade do desenvolvimento, o rendimento final da cultura e a qualidade do produto. Portanto, ressalta-se a necessidade da escolha adequada da variedade de sementes destinadas à semeadura e de sua disponibilidade em quantidades suficientes para atender à demanda (MARCOS FILHO, 2015a).

Na avaliação de sementes que podem ser destinadas ao cultivo em áreas com potencial acúmulo de sais, um dos métodos mais difundidos para a determinação da tolerância da planta ao excesso de sais é a observação da porcentagem de germinação em substratos salinos umedecidos com água (ZHANG et al., 2012). Pois, altas concentrações intracelulares de Na⁺ e Cl⁻ podem inibir o metabolismo das células do embrião em divisão e expansão, retardando a germinação e até levando à morte das sementes (LIN et al., 2018).

3. MATERIAS E MÉTODOS

3.1 Obtenção das sementes

No trabalho foram avaliadas sementes dos seguintes genótipos de feijão caupi: manteiguinha, roxo e macassar provenientes de banco de sementes de agricultores familiares localizados em São Luís Maranhão. O clima do município é classificado como clima tropical com estação seca de inverno, com temperatura média em qualquer mês do ano superior a 18 °C. O inverno é seco, com precipitação média inferior a 60 mm em pelo menos em um dos meses desta estação. Com precipitação média anual de 330 mm e temperatura média anual é 26 °C (LABMET-NUGEO).

Após a coleta as sementes foram encaminhadas ao Laboratório de Análise de Sementes – LAS/UEMA e, acondicionadas em sacos tipo Kraft multifoliado e conservadas em câmara fria a 10 ± 2 °C, durante o período para a realização dos seguintes testes e determinações:

3.2 Teor de água

Foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, por 24 horas (BRASIL 2009), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes/lote.

3.3 Obtenção dos potenciais osmóticos

As sementes de feijão foram colocadas para germinar em substrato umedecido com soluções de cloreto de sódio (NaCl) para simular estresses salino, nos seguintes potenciais osmóticos: 0.0 (controle), 200, 400, 600 e 800 mM. Para obtenção da solução de NaCl, foi utilizada a tabela proposta por Richards (1980), onde se diluiu o reagente, para simulação do potencial osmótico. Os potenciais osmóticos foram confirmados por meio da condutividade elétrica das soluções, utilizando um medidor digital de condutividade.

Os valores de condutividade elétrica das soluções de NaCl foram obtidos através da expressão: $(CS = \frac{0.001(CEs - CEan)Peq}{0.97})$ proposta por Richards (1954), sendo CS = 0.001 (CEs - CEan) Peq/0,97, em que CS = concentração (g L⁻¹); CEs = condutividade elétrica a 25 °C da água da mistura (mM⁻¹), CEan = condutividade elétrica da água utilizada (mM⁻¹), Peq = peso equivalente do sal utilizado e 0.97 = porcentagem de pureza estimada do cloreto de sódio.

3.4 Teste de Germinação

As sementes foram semeadas em rolos de papel Germitest, umedecidos com quantidades de água equivalentes a 2,5 vezes a massa do substrato, sem adição posterior de água, com três folhas por rolo. Os rolos foram acondicionados em sacos de plástico de 0,04mm de espessura, com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação. Para cada tratamento, foram quatro repetições de 50 sementes, mantidas em câmaras de germinação ajustadas a temperatura de 30°C, em regime de 8 horas com luz (período diurno) e 16 horas sem luz (período noturno). As avaliações foram realizadas por meio de contagens diárias das plântulas germinadas normais, a partir do 4° aos 7° dias após a semeadura, com os resultados expressos em porcentagem. (BRASIL, 2009)

3.5 Primeira contagem de germinação

Foi realizada em conjunto com o teste de germinação, computando-se as plântulas normais obtidas no quinto dia após a semeadura (SENA; ALVES e MEDEIROS, 2015).

3.6 Índice de velocidade de germinação (IVG)

Realizado em conjunto com o teste de germinação com avaliações diárias do 4° aos 7° dias após a semeadura, sendo o índice determinado de acordo com a fórmula proposta por Maguire, (1962). $IVG = N1/DQ + N2/D2 + \dots + Nn/Dn$ Onde: IVG = índice de velocidade de emergência; N = números de plântulas verificadas no dia da contagem; D = números de dias após a semeadura em que foi realizada a contagem.

3.7 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, através do SISVAR® (FERREIRA, 2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O teor de água das sementes do feijão caupi variou entre 10 e 11% (valores não apresentados nas tabelas), sendo considerado uniforme porque a variação máxima foi de 1%, cuja similaridade de valores de teores de água é primordial para que os testes de avaliação do potencial fisiológico não sejam afetados por diferenças na atividade metabólica devido às diferenças nos teores de água das sementes (SILVA; GRZYBOWSKI e PANOBIANCO, 2016; SENA; ALVES e MEDEIROS, 2015).

No teste de primeira contagem de germinação, verificou-se que as porcentagens máximas variaram entre 95 e 93% e foram obtidas nos lotes 1 e 3, respectivamente, para as plântulas germinadas no quarto dia após a semeadura, quando submetidas aos tratamentos controle com água deionizada. No entanto, não diferiram estatisticamente do lote 1 com sementes germinadas em solução a 200 mM. Verificou-se que independentemente do lote avaliado, não houve crescimento do eixo embrionário a partir do potencial osmótico de 400 mM. O teste de primeira contagem de germinação separou os lotes de sementes em três classes de vigor, quanto a tolerância a salinidade a 200 mM: lotes de alto vigor (1) médio vigor (2) e baixo vigor (3), para plântulas germinadas.

TABELA 1. Primeira contagem de germinação (%) de sementes de *V. unguiculata*, submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de NaCl. São Luís - MA, 2020.

| Lotes | Tratamentos | | | | |
|-------|-------------|-------|------|------|------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 1 | 95 aA | 92 aA | 0 aB | 0 aB | 0 aB |
| 2 | 88 bA | 67 bB | 0 aC | 0 aC | 0 aC |
| 3 | 93 aA | 14 cB | 0 aC | 0 aC | 0 aC |

CV (%) = 10. 10

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Lote 1 - feijão caupi roxo; Lote 2 - feijão caupi manteiguinha e Lote 3 feijão macassar. T0 = tratamento controle, água destilada e deionizada; T1 = 200 mM; T2 = 400 mM; T3 = 600 mM; T4 = 800 mM.

Na tabela de germinação (tabela 1) as maiores porcentagens foram observadas no tratamento controle no lote 1 (95%) e lote 3 (93%). Constatou-se que mesmo com o incremento do potencial osmótico para 200, o lote 1, apresentou uma taxa de germinação de 92%, a partir deste ponto, observou-se uma paralização do processo germinativo à medida que os níveis de concentração salina aumentaram. A exemplo da primeira contagem de germinação o teste de germinação, possibilitou a separação dos lotes em três classes, quanto a viabilidade e resistência das sementes germinadas em potencial osmótico de 200 mM: lotes de alta qualidade (1) média (2), média-baixa e baixa qualidade fisiológica (3).

Estudos similares realizados nesta pesquisa foram relatados por Nunes et al. (2019), com sementes de *V. unguiculata* os quais verificaram que com o aumento da salinidade ocasionou reduções progressivas na porcentagem de germinação, afetando o desenvolvimento de plântulas normais. Estes resultados assemelham-se aos obtidos por Coelho, (2013) em trabalhos com diferentes genótipos de feijão vigna.

TABELA 2. Germinação (G%) de sementes de *V. unguiculata*, submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de NaCl. São Luís - MA, 2020.

| Lotes | Tratamentos | | | | |
|-------|-------------|-------|------|------|------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 1 | 95 aA | 94 aA | 0 aB | 0 aB | 0 aB |
| 2 | 89 bA | 84 bB | 0 aC | 0 aC | 0 aC |
| 3 | 93 aA | 61 cB | 0 aC | 0 aC | 0 aC |

CV (%) = 7.32

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Lote 1 - feijão caupi roxo; Lote 2 - feijão caupi manteiguinha e Lote 3 feijão macassar.

T0 = tratamento controle, água destilada e deionizada; T1 = 200 mM; T2 = 400 mM; T3 = 600 mM; T4 = 800 mM.

A salinidade afeta a germinação das sementes por meio de efeitos osmóticos, toxicidade iônica ou uma combinação dos dois. Por isso, ocorre a restrição na absorção de água pelas sementes devido à redução do gradiente de potencial entre o substrato e sua superfície, causado pela presença de sais, que interferem no potencial hídrico do substrato

(NUNES et al., 2019). No entanto, espécies tolerantes ao sal são referidas como tendo a capacidade de adquirir um alto potencial osmótico, pois permitem a entrada de NaCl nas células, usando-o como osmólito para manter a absorção de água, necessária a germinação. Nestas plantas, os eventos iniciais de toxicidade durante a fase osmótica do estresse salino podem ser atenuados pelo armazenamento dos íons Na⁺ e Cl⁻ nos vacúolos celulares (ZHANG et al., 2012). Provavelmente estes mecanismos de tolerância a salinidade explicam os resultados obtidos no lote 1 (Tabela 2).

Diferentemente dos resultados obtidos na primeira contagem e na porcentagem de germinação no tratamento controle, para o índice de velocidade de germinação (IVG), não pôde escalonar os genótipos de sementes de *V. a unguiculata* em ordem decrescente de vigor. No entanto, os maiores valores do IVG de 16.51 mM e 13.65 mM ocorreram na presença de salinidade (200 mM). No entanto, com o aumento nos níveis de estresse salino, o IVG foi afetado, evidenciando o efeito do NaCl no atraso da germinação em níveis de potencial salino acima de 400 mM (Tabela 3). Este resultado é notável visto que a velocidade de germinação é a considerada a primeira variável afetada pela restrição hídrica, induzida pelo estresse salino (ZHANG et al., 2010).

A velocidade de germinação das sementes, não foi afetada no potencial osmótico de 200 mM induzido por NaCl (Tabela 3). Isso pode ser atribuído a resistência das sementes de *V. unguiculata* ao acúmulo de Na⁺, que altera o equilíbrio de íons e a disponibilidade de nutrientes minerais, reduzindo a velocidade de divisão celular e o desenvolvimento do embrião. Contudo, em sementes de soja, o estresse hídrico induzido por NaCl foi mais severo, nos mesmos potenciais de 200 mM. Com isso, podemos afirmar que a velocidade de germinação das sementes é moderadamente tolerante a salinidade, principalmente em solos que apresentam baixas concentrações de teores de sais (SOARES et al., 2015).

TABELA 3. Índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de *V. unguiculata*, submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de NaCl. São Luís - MA, 2020.

| Lotes | Tratamentos | | | | |
|----------------|-------------|----------|------|------|------|
| | T0 | T1 | T2 | T3 | T4 |
| 1 | 9.45 aB | 16.51 aA | 0 aC | 0 aC | 0 aC |
| 2 | 8.60 aB | 13.65 aA | 0 aC | 0 aC | 0 aC |
| 3 | 9.30 aB | 10.85 cA | 0 aC | 0 aC | 0 aC |
| CV (%) = 11.36 | | | | | |

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Lote 1 - feijão caupi roxo; Lote 2 - feijão caupi manteiguinha e Lote 3 feijão macassar.

T0 = tratamento controle, água destilada e deionizada; T1 = 200 mM; T2 = 400 mM; T3 = 600 mM; T4 = 800 mM.

Geralmente, o estresse hídrico, causado pelo aumento da salinidade, atua sobre a semente retardando a absorção de água e, conseqüentemente o metabolismo germinativo (MARCOS FILHO, 2015), como ocorreu neste estudo para soluções salinas com potencial osmótico a partir de 400 mM (Tabela 3).

Altas concentrações salinas, prejudica intensamente o desempenho germinativo das sementes, provavelmente por acelerar a respiração e eventos metabólicos, intensificando os efeitos tóxicos dos sais e a deterioração (ZHANG et al., 2012). No entanto, na célula vegetal a toxicidade pode ser atenuada pela ação de mecanismos de tolerância, permitindo que o citoplasma seja mantido em concentrações iônicas mais baixas e evitando a inibição metabólica. Por isso, a tolerância à salinidade pode ter implicações no rendimento das culturas em campo (FAROOQ et al., 2017), pois sementes capazes de responder efetivamente as mudanças ambientais e alterar sua fisiologia de germinação terão maior probabilidade de sobreviver e se estabelecer (IBRAHIM, 2016; JHA et al., 2019). Estes relatos reforçam a hipótese que as sementes do lote 1 e 2 são os mais tolerantes ao estresse hídrico induzido pelo NaCl (Tabela 3).

O estresse salino pode afetar a germinação por inibir a captação de água e/ou pelo acúmulo dos íons Na^+ e Cl^- , sendo estes efeitos negativos atenuados pela ligação destes íons as reservas de amido da semente. Este mecanismo vegetal atua no controle do ajuste osmótico utilizando solutos orgânicos. Por isso, exige provavelmente uma intensiva demanda energética, que pode comprometer o crescimento das plântulas pela indisponibilidade de

recursos metabólicos, ou seja, açúcares. Desta forma, pode-se supor que a tolerância metabólica ao NaCl seria mais importante nas sementes com boas quantidades de reservas, sendo as sementes com limitadas reservas de carboidratos menos tolerantes ao estresse salino (FLOWERS e COLMER, 2015). Provavelmente, estas afirmações podem explicar o alto vigor do lote 1, que foi altamente tolerante a salinidade no potencial osmótico de 200 mM (Tabelas 1,2 e 3).

5. CONCLUSÃO

- Os testes de germinação, primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação são eficientes na avaliação do potencial fisiológico quanto a tolerância ao estresse hídrico induzido por NaCl de lotes de sementes de *V. unguiculata*;
- As sementes do genótipo de *V. unguiculata* “roxo” é o mais tolerante ao estresse salino induzido por NaCl até o potencial de 200 mM.

REFERÊNCIAS

AMORIN, A. V. et al. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 01, p. 113-121, 2010.

BEZERRA, A. K. P.; LACERDA, C. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; GHEYI, H. R. Rotação cultural feijão caupi/milho utilizando-se águas de salinidades diferentes. *Ciência Rural*, v.40, p.1075-1082, 2010.

BEZERRA, M. A. F. et al. Cultivo de feijão caupi em Latossolos sob o efeito residual da adubação fosfatada. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 109-115, 2014.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 2009. 365p

CNA/SENAR (Brasil). Feijão-caupi, a Africa no Nordeste Brasileiro. **CNA SENAR**, Site, p. 1-1, 20 out. 2020. Disponível em: <https://cnabrasil.org.br/pulses/page3.html#:~:text=O%20feij%C3%A3o%2Dcaupi%20%C3%A9%20o,de%2075%25%20da%20produ%C3%A7%C3%A3o%20nacional>. Acesso em: 14 dez. 2020.

DAMASCENO-SILVA, K. J. Estatística da Produção de feijão caupi. 2009. Disponível em: <Disponível em: <http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?id=34241>>. Acesso em: 28 fev. 2020.

FAROOQ, M. et al. Effects, tolerance mechanisms and management of salt stress in grain legumes. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 118, n. 4, p. 199-217, 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análise e ensino de estatística. *Revista Symposium*. 106 Universidade Federal de Lavras. 6; 36-41, 2008.

FLOWERS, T. F; COLMER, T. D. Plant salt tolerance: adaptations in halophytes. **Annals of Botany**, v. 115, n. 3, p. 327-331, 2015.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, P. D.; SANTOS, A. A. Melhoramento genético. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. de A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). *Feijão caupi: avanços tecnológicos*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2005. p. 28-92.

EMBRAPA. Cultivo do feijão caupi-Sistemas de Produção. 2002. Disponível em: <Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi>>. Acesso em: 28 fev. 2020.

EMIR, Aquiles. Levantamento de grãos confirma produção acima de 250 milhões de toneladas na safra 2019/20. **Maranhão Hoje**, Site, ano 2020, p. 1-1, 13 maio 2020. Disponível em: <https://maranhaohoje.com/levantamento-de-graos-confirma-producao-acima-de-250-milhoes-de-toneladas-na-safra-201920/>. Acesso em: 20 set. 2020.

HARDEGREE, S.P.; EMMERICH, W.E. **Effect of polyethylene glycol exclusion on the water potential of solution saturated filter paper**. *Plant Physiology*, Lancaster, v.92, p.462-466, 1990.

IBRAHIM, E. A. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. **Journal of Plant Physiology**, v. 192, n. 2, p. 38-46, 2016.

JHA, D. et al. Variety on in salinity tolerance and shoots odium accumulation in *Arabidopsis Ecotypes* linked to differences in the natural expression levels of transporters involved in sodium transport. **Plant, Cell & Environment**, v. 33, n. 5, p. 797-804, 2010.

JHA, U. C. et al. Salinity stress response and 'omics' approaches for improving salinity stress tolerance in major grain legumes. **Plant Cell Reports**, v. 38, n. 3, p. 255-277, 2019.

KANZARI, S.; HACHICHA, M.; BOUHLILA, R; BATTLE-SALES, J. Characterization and modeling of water movement and salts transfer in a semi-arid region of Tunisia (Bou Hajla, Kairouan) - Salinization risk of soils and aquifers. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.86, p.34-42, 2012.

KESHAVARZI, A., F. et al. Modeling of soil cation exchange capacity based on fuzzy table look-up scheme and artificial neural network approach. **Modern Applied Science**, v. 5, n. 1, p. 153-164, 2011.

MACHADO, E. C. Trocas gasosas e relações hídricas em dois cultivares de arroz sequeiro, submetidos a deficiência hídrica, em diferentes fases do crescimento vegetativo. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 8, n. 2, p. 139-147, 1996.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 76-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, V. 72, N. 4, P. 363-374, 2015

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J. Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 4, p. 363-374, 2015a.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina: ABRATES, 2015b, 659p.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A. L. P.; LIMA, L. B. Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 102-112, 2009.

MARTINS, C. C.; PEREIRA, M. R. R.; LOPES, M. T. G. Germination of eucalyptus seeds under water and salt stress. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 3, p. 318-329, 2014.

McDONALD, M.B. Assessment of seed quality. **Horticultural Science**, v.15, p.784-788, 1980.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, v. 25, n. 2, p. 239-250, 2002.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, p. 2:1- 2:21. 1999.

NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; HERNANDEZ, F. F. F.; SILVA, F. B.; PRISCO, J. T.; GHEYI, H. R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão-de-corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v.39, p.758-765, 2009.

PAULA, Alyne Dantas Mendes de. Vigor relativo: uma nova abordagem para classificação de lotes de sementes. 2020. 56 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2020.285>

PEDROTTI, A. et al. Causas e consequências do processo de salinização. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

PADULOSI, S.; NG, Q. Origin, taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: SINGH, B. B.; MOHAN RAJ, D. R.; DASHIELL, K. E.; JACKAI, L. E. N. (eds) *Advances in Cowpea Research*. Copublication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS). Sayce, Devon, UK, 1997. p. 1–12.

REHMAN, M. S.; HARIS, P. J. C.; ASHRAF, M. Stress environments and their impact on crop production. In: Ashraf M, Harris PJC (eds.) **Abiotic stress plant resistance through breeding and molecular approaches**. Food Products Press, 2005.

RIBEIRO, M. R. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Orgs.) *Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados*. Fortaleza: INCTSal, 2010, p.12-19.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: USDA, 1954. 160p.

RICHARDS, L. A. **Suelos salinos y sodicos**. México: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, 1980. 171p.

Rodrigues, M.H.B.S., Santos, A.S., Melo, E.N., Silva, J.N., Oliveira, C.J.A. (2020). Vigor de sementes: métodos para análise e fatores que o influenciam. *Meio Ambiente (Brasil)*, v.2, n.3, p.43-52.

RODRIGUES, E. V.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; ROCHA, M. M.; BASTOS, E. A. Diallelic analysis to obtain cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) populations tolerant to

water déficit. *Genetics and Molecular Research*, v. 15, n. 2, 2015.

SANTOS, A. A. et al. Antioxidant response of cowpea co-inoculated with plant growth-promoting bacteria under salt stress. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 49, n. 3, p. 513-521, 2018.

SÁ, M.E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M.E.; BUZZETI, S. (Coord.), **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: Ícone, 1994, 437p.

SANTOS, Isabela. Antagonismo de isolados de *Trichoderma* frente a fungos associados a sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata (L.) Walp.*). 2018. Monografia (Bacharel em Agronomia.) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, [S. l.], 2018.

SENA, D. V. A.; ALVES, E. U.; MEDEIROS, D. S. Vigor de sementes de milho cv. 'Sertanejo' por testes baseados no desempenho de plântulas. **Ciência Rural**, v. 45, n. 11, p. 1910-1916, 2015.

SHARF, A. F. Correlation of germination data of corn and soybean seed lots under laboratory, greenhouse, and filed conditions. **Proceedings of the Association of Seed Analysts**, v. 43, n. 4, p. 127-130, 1953.

SHRIVASTAVA, P.; KUMAR, R. Soil salinity: A serious environmental issue and plant growth promoting bacteria as one of the tools for its alleviation. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 22, n. 2, p. 123-131, 2015.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.383-389, 2011.

SILVA, R. C; GRZYBOWSKI, C. R. S; PANOBIANCO, M. Vigor de sementes de milho: influência no desenvolvimento de plântulas em condições de estresse salino. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 3, p. 491-499, 2016.

SINGH, B. B.; CHAMBLISS, O. L.; SHARMA, B. Recent advances in cowpea. In: SINGH, B. B.; MOHAN RAJ, D. R.; DASHIEL K. E. AND L.E.N. JACKAI (eds.). *Advances in cowpea research*. co-publication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), Ibadan, Nigeria. 1997. p. 30-49.

SIMONI, F.; COSTA, R. S.; FOGAÇA, C. A.; GEROLINETO, E. Sementes de *Sorghum bicolor* L. – 226 Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 1, p. 215-226, jan./fev. 2014 S. Gramineae, submetidas ao estresse hídrico simulado com PEG (6000). *Revista de Biologia e Ciência da Terra, Paraíba*, v. 11, n. 1, p. 188-192, 2011.

SOARES, Marcos Morais et al. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesqui. Agropecu. Trop.** Goiânia, v. 45, n. 4, p. 370-378, dez. 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-

40632015000400370&lng=pt&nrm=iso>.acessoem 25 set. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632015v4535357>.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO-UEMA (Brasil). NuGeo. Dados das PCDs. In: **Dados diários coletados no mês de fevereiro em São Luís**. [S. l.], 29 fev. 2020. Disponível em: https://www.nugeo.uema.br/wp-content/uploads/2020/03/pcd_sluis.pdf. Acesso em: 14 dez. 2020.

VALLADARES, G. S. Caracterização química e granulométrica de solos do Golfão maranhense. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 4, p. 923-934, 2009.

VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. Sementes de feijão: produção e tecnologia. 1. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p. 29-34.

XIONG, H.; SHI, A.; MOU, B.; QIN, J.; MOTES, D.; LU, W.; MA, J.; WENG, Y.; YANG, W.; WU, D. Genetic Diversity and Population Structure of Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). PLoS ONE, v. 11, n. 8, 2016.

WOODSTOCK, L. W. Seed vigor. **Seed World**, v. 97, n. 3, p. 6, 1965.

ZHANG, H. et al. The effects of salinity and osmotic stress on barley germination rate: sodium as an osmotic regulator. **Annals of Botany**, v. 106, n. 6, p. 1027-1035, 2010.

ZHANG, H. et al. Influence of salinity and temperature on seed germination rate and the hydrotime model parameters for the halophyte, *Chloris virgata*, and the glycophyte, *Digitariasanguinalis*. **South African Journal of Botany**, v. 78, n. 4, p. 203-210, 2012.

ZHANG, W. et al. Ecosystem structural changes controlled by altered rainfall climatology in tropical savannas. **Nature Communications**, v. 10, n. 671, p.1-7, 2019.

ZHU, J. K. Salt and drought stress signal transduction in plants. **Annual Review of Plant Biology**, v. 53, n. 1, p. 247-273, 2002.